

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2003028899  
PUBLICATION DATE : 29-01-03

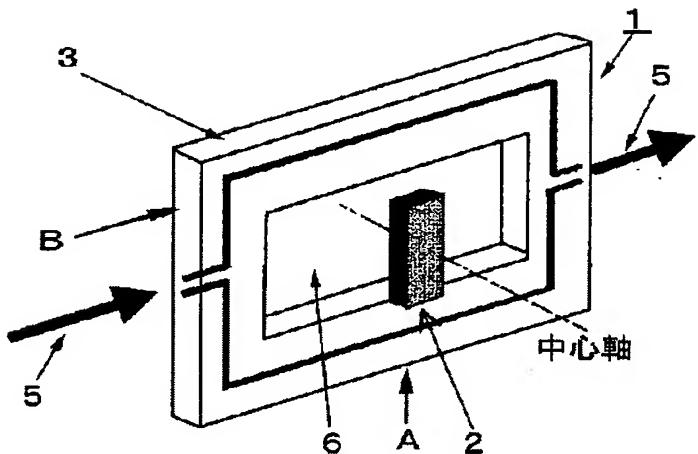
APPLICATION DATE : 13-07-01  
APPLICATION NUMBER : 2001214000

APPLICANT : STANLEY ELECTRIC CO LTD;

INVENTOR : IRITONO KIMIHIRO;

INT.CL. : G01R 15/20 G01R 33/02

TITLE : CURRENT SENSOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To manufacture a compact, inexpensive current sensor that can detect a large current without greatly separating an MI element from a current bar even if the MI element having high magnetic detection sensitivity is used, and can install the MI element easily without increasing the installation accuracy so much.

SOLUTION: A small window 6 is opened on a flat plate as a window-type current bar 3. A section 7 is generated, where the change in a magnetic field depending on positions is small at the outside of the small window 6 of the window-type current bar 3 and magnetic field strength is weakened due to the magnetic field cancel effect. Then, an MI element having high magnetic detection sensitivity is installed at the section 7 to form the current sensor.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

THIS PAGE IS A RED HANDBILL

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-28899

(P2003-28899A)

(13) 公開日 平成15年1月29日 (2003.1.29)

(51) Int.Cl'

G 0 1 R 15/20  
SS/02

識別記号

F I

G 0 1 R 33/02  
15/02

テレコート (参考)

D 2 G 0 1 7  
A 2 G 0 2 5

審査請求 未請求 請求項の数 4 OL (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願2001-214000(P2001-214000)

(22) 出願日

平成13年7月13日 (2001.7.13)

(71) 出願人 000002303

スタンレー電気株式会社

京都府京都市中京区中京2丁目9番13号

(72) 発明者 板津 康雄

京都府京都市中京区中京2丁目9番13号 栄  
スタンレー電気株式会社内

(72) 発明者 佐野 寛幸

京都府京都市中京区中京2丁目9番13号 栄  
スタンレー電気株式会社内

(72) 発明者 上野 一彦

京都府京都市中京区中京2丁目9番13号 栄  
スタンレー電気株式会社内

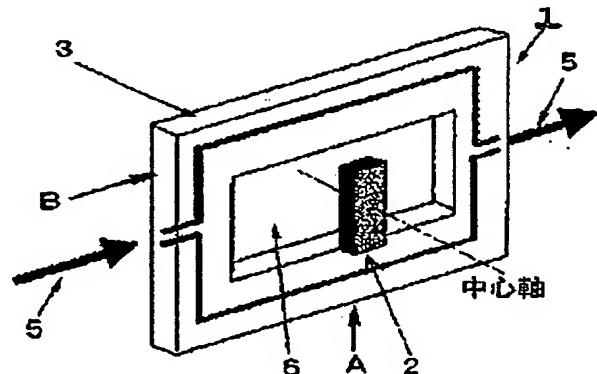
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電流センサ

(57) 【要約】

【課題】 磁気検出感度の高いM1素子を用いても電流バーからM1素子を大きく離すことなく大電流の検出が行え、M1素子を配置するにもその設置精度がさほど高くなく簡単にできる小型で安価な電流センサを作製する。

【解決手段】 本発明では、平板上の電流バーに小窓6を空けて窓型電流バー3とし、その磁界キャンセル効果により、窓型電流バー3の小窓6の外側部分に位置による磁界の変化が少なく、磁界強度が弱めの部分7を発生させ、その部分に磁気検出感度の高いM1素子2を設置した電流センサとすることで課題を解決している。



(2)

特開2003-28899

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電流を分割する為の小窓を空けた電流バーと該電流バーによって発生する磁界を検出する磁気検出素子とを備えた電流センサにおいて、前記電流バーの小窓外側で前記磁界が弱めで位置による磁界強度変化の少ない領域に前記磁気検出素子を設けたことを特徴とする電流センサ。

【請求項2】前記磁気検出素子がM1素子であることを特徴とする請求項1記載の電流センサ。

【請求項3】前記M1素子は、絶縁基板上に単層の磁性薄膜を形成し、該磁性薄膜の幅方向に磁化容易軸が磁場内で整えられており、該磁性薄膜が、CoFeNi, Ni, Feのマッキ膜又は蒸着膜からなるか、FeCoS, B, CoZrNb, FeSiB, CoS, B, FeCoBを主原料とするアモルファス膜又は結晶系磁性膜からなる単層薄膜型M1素子であることを特徴とする請求項2記載の電流センサ。

【請求項4】前記M1素子は、絶縁基板上に夫々二層の磁性薄膜を形成し、夫々二層の磁性薄膜の磁化容易軸が交差するように磁場内で整えられており、夫々の磁性薄膜が、CoFeNi, NiFeのマッキ膜又は蒸着膜からなるか、FeCoS, B, CoZrNb, FeSi, B, CoS, B, FeCoBを主原料とするアモルファス膜又は結晶系磁性膜からなる交差型M1素子であることを特徴とした請求項2記載の電流センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、検出感度の高い磁気検出素子、好ましくはM1素子を用いた大電流センサに関するものであり、電流バーに小窓を設けその形状による磁気キャンセル効果により、電流が大きくともその発生する磁界強度は弱めで、且つ磁界強度が広い範囲で均一である領域にM1素子を配置することで、高精度を費せずにM1素子が配設でき作製が安価にできるものである。例えば、大型モータ等の大電流が流れれる機器の電流検出、制御に使用できる。

## 【0002】

【従来の技術】従来の一般的な電流センサはホール素子を利用するものであり、この電流センサはコイルと鉄芯を必要とする為、小型化の点で問題があった。そこで、M1素子等の他の磁気検出素子を利用し、鉄芯が不要で小型化が可能な形態の電流センサが考えられている。

【0003】M1素子等の磁気検出素子を利用する電流センサの一例として、簡単な構造を図4aに示す。図4aは、図4a、4bの電流センサに電流45が流れた時の電流回路43(電流バー)の電流方向Cの垂直面内に発生する磁界44を示した図である。従来の電流センサは、図4aのように磁気検出素子42を電流回路43(電流バー)の近傍に置き、電流バー43により発生した磁界44を検出し、電気信号に変換して出力するもの

10

20

30

40

45

50

である。

【0004】例えば、図4aに示すように電流バー43に電流45が矢印の向きに流れると磁界44が発生し、磁気検出素子42が磁界44を検出する。図4aの電流バー43に電流45を流す時にC方向側から見た磁界の向きと強さは、図4bに矢印の方向と点線の長さで示されている。

【0005】また、大電流を検出するための電流センサ51としては、図5aに示すように、電流バー53に小窓56となる穴を空け、その内部の磁界を検出するものがある。図5aに示されるように電流バー53に大電流55が矢印の向きに流れると電流は上下に分割されその各々より磁界が発生する。窓の内側と外側の磁界の向きと強さは、図5aのD方向側より見ると、図5bに示されるごとくなる。

【0006】この図5bの小窓56内部での磁界54の強さは、分流される電流が等しい場合、電流バー53の上下方向の中心で0となり、その近傍で微小磁界57が形成される。磁気検出素子52は、この微小磁界57を検出し、電気信号に変換し出力する。

## 【0007】

【発明が解決するための課題】図4a、図4bに示した構造の場合、電流バーからの距離が数mmの部分では、数十Aの電流が流れると数十エルステッドの磁界が発生する。例えば、断面形状が12mm×2mmの電流バーから1.5mm離れた部分では、50Aの電流で15エルステッドの磁界が発生する。幅方向に磁化容易軸を持ち磁気検出感度の高いM1素子では検出最大磁界がおよそ10エルステッドなので、その最大検出電流は30A程度である。30A以上の電流を測定する場合、図4a、図4bの構造ではM1素子を電流バーから遠く離す必要があり電流センサの小型化には不適である。

【0008】図5a、図5bに示した構造の場合、磁気検出素子は小窓内側の微小磁界領域に設けられており、小型化が図られているものの、この微小磁界領域では磁界変化が大きいため、磁気検出素子の設置位置がわずかにずれただけでも測定値が大きく変化してしまう欠点がある。従って、製造に高い工作精度が要求されコストが高くなってしまうという問題がある。

【0009】本発明は、磁気検出感度の高いM1素子を用いても電流バーからM1素子を離すことなく大電流の検出が行え、M1素子の設置に高精度を要せず簡易にでき、小型で安価な電流センサを作製できる事を目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では、電流を分割する為の小窓を空けた電流バーと該電流バーによって発生する磁界を検出する磁気検出素子とを備えた電流センサにおいて、前記電流バーの小窓外側で前記磁界が弱めで位置による磁界強度変化

# BEST AVAILABLE COPY

(3)

特開2003-28899

3

の少ない領域に前記磁気検出素子を設けたことを特徴とする電流センサを提供する。

【0011】また、前記磁気検出素子がM！素子である。好ましくは単層薄膜型M！素子あるいは交差型M！素子であることと特徴とする電流センサを提供する。

【0012】

【発明の実施形態】本発明における第一の実施形態を図1a、図1b、図1c、図2、図3に沿って説明する。ここでは、磁気検出素子2として小型で磁気検出感度の高いM！素子で説明する。図2は、単層薄膜型M！素子のM！特性である。バイアス境界を印加しない場合の特性は、境界ゼロの点を中心にはほぼ対称形を成しており正負どちらか片側の電流測定が行える。又、バイアス境界を印加することにより非対称な特性となり正負の電流測定が行える。この単層薄膜型M！素子の構造は、絶縁基板上に、メッキ又は蒸着されたCoFeNi、NiFeの膜からなるか、FeCoSiB、CoZrNb、FeSiB、CoSiB、FeCoBを主原料とするアモルファス膜又は結晶系磁性膜からなる。その磁化容易軸は、素子の長手方向に対し磁場中で、帽方向に整えられている。その製法の主たるものは、磁場中アーニール法か、磁場中スパッタ法である。

【0013】図3は、バイアス境界を印加することなく非対称な特性となる交差型M！素子のM！特性であり正負の電流測定に使用できる。この交差型M！素子の構造は二層薄膜型であり、素子の夫々の磁性薄膜は、絶縁基板上にメッキ又は蒸着されたCoFeNi、NiFeの膜からなるか、FeCoSiB、CoZrNb、FeSiB、CoSiB、FeCoBを主原料とするアモルファス膜又は結晶系磁性膜からなる。夫々の磁性薄膜の磁化容易軸は、磁場中で、交差するように整えられている。その製法は、磁場中スパッタ法である。

【0014】図1aは、今回の発明の電流センサ1の斜視図であり図2又は図3のM！素子（磁気検出素子）2が電流バー3の小窓6の外側で位置による境界変化が少なく磁界強度が弱めの部分7に配置されている。又、大電流5は通電方向が矢印で示されている。図1bは、図1aのA方向から見た側面図を示す図である。矢印は大電流5の通電方向を示す。図1cは、図1aのB方向から見た窓部分の側面図を示す図である。矢印は境界4の向きと強さを示し、点線は、その境界分布を示す。

【0015】分流される電流が等しい場合、図1cより大電流5を電流バー3に流した時の磁界分布を調べると電流バー3の中心線上で且つ電流バー3から少し離れたところに、磁界の変化が少なくしかも磁界強度が弱めの部分7があることが解る。例えば、電流バーの幅3.0mm、小窓の幅2.4mm、電流バーの厚み7.5mmの場合、電流1.0mAにおいて電流バー中心から3.25mm外側での磁界強度は6.2エルステッドである。又、4.25mm、5.25mm、6.25mmでは、それ

4

ぞれ6.3エルステッド、6.2エルステッド、6.1エルステッドである。この部分にM！素子2を配置すれば設置精度がさほど要求されない2.0mA程度まで測定できる大電流センサを作製することができる。

【0016】次に本発明の第二の実施形態としてM！素子を二つ使用して、各々の検出出力を差動増幅する場合を簡単に説明する。この場合、電流バー以外から発生し、遠方より到達する磁界（外乱磁界）をキャンセルするよう素子を配置する。電流バーの小窓付近で且つ同一軸上（図1a、bの一点頭線）に配置する場合、M！素子を小窓を中心として対向する部分に配置する。図1bの2と2'の関係がそれを示す。

【0017】このように窓型電流バー3の境界4の変化が少なく境界4の強度が弱めの部分7に二つの検出素子2、2'を設け作動増幅することで、M！素子非直線性和温度ドリフトの影響を受け難くなり、且つ外乱磁界に対しても強くなる。

【0018】次に本発明の第三の実施形態を簡単に説明する。大電流5を窓型電流バー3に通電した時の磁界4の変化が少なく境界4の強度が弱めの小窓外側部分7のどちらか一方に、図1bに示すようにM！素子2、2''を配置する。

【0019】このように二つのM！素子2、2''を並設して配置し、各々の検出出力を差動増幅することでM！素子のヒステリシスや温度ドリフトの影響を受け難くなり、且つ、外乱磁界の影響も受け難くなる。

【0020】以上より、本発明では、磁気検出素子にM！素子を用いて、窓型電流バー3の小窓外側部分7にM！素子を設置することにより製造コストの安い、小型な大電流センサが実現できる。また、小電流の場合でも電流センサとして使用できることは言うまでもない。

【0021】

【発明の効果】本発明では、窓型電流バーの境界キャセル効果を利用して、磁気検出感度の高いM！素子でも大電流の測定が可能であり、磁気検出素子の設置精度もさほど要求されない安価な大電流センサが実現できる。更に、二つの検出素子を用いることで、上記効果に追加して、M！素子のヒステリシスや温度ドリフトの影響を受け難くなり、外乱磁界による影響も少ない電流センサが実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1a】本発明の電流センサの斜視図を示す図である。

【図1b】図1aに示す電流センサのA方向から見た側面図である。

【図1c】図1aに示す電流センサのB方向から見た側面図である。

【図2】単層薄膜型M！素子のM！特性及びバイアス境界をかけシフトさせたM！特性を示す図である。

【図3】交差型M！素子（二層薄膜型M！素子）のM！

# BEST AVAILABLE COPY

(4)

特開2003-28899

5

5

特性を示す図である。

【図4 a】電流バーに検出素子を配置し電流を検出する電流センサの従来例を示した斜視図である。

【図4 b】図4 aに示す電流センサの電流通電のC方向から見た側面図である。

【図5 a】六電流を測定するために窓型電流バー内部に検出素子を配置した電流センサの従来例を示した斜視図である。

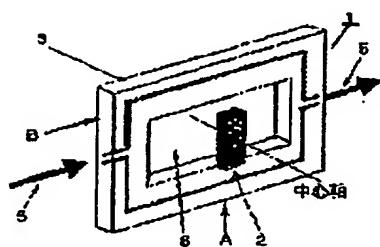
【図5 b】図5 aに示す電流センサのD方向から見た側面図である。

## \* [符号の簡単な説明]

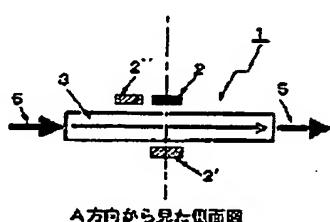
- 1. . . . . 電流センサ
- 2. 2' . . . . . 磁気検出素子 (MI素子)
- 3. . . . . 窓型電流バー (電流回路)
- 4. . . . . 磁界
- 5. . . . . 大電流
- 6. . . . . 小窓
- 7. . . . . 磁界の変化が少なく磁界強度が明めの部分

\*10

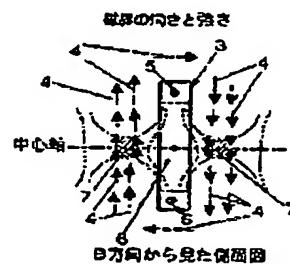
【図1 a】



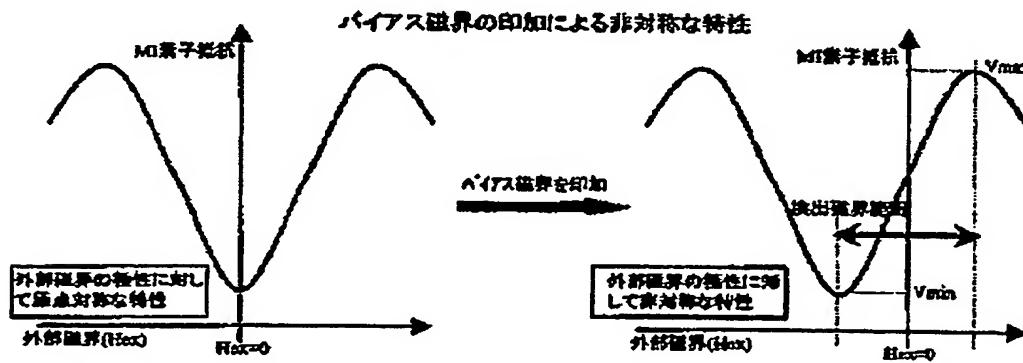
【図1 b】



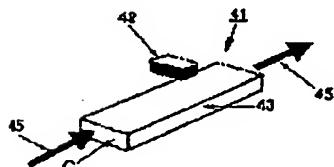
【図1 c】



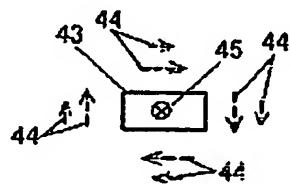
【図2】



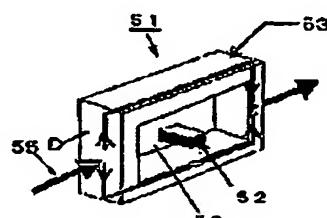
【図4 a】



【図4 b】

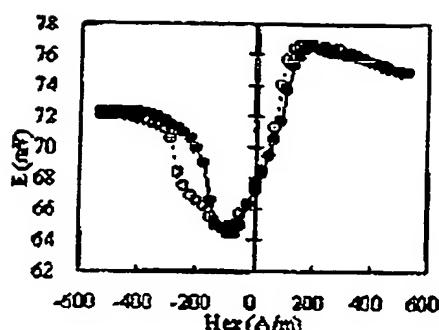


【図5 a】



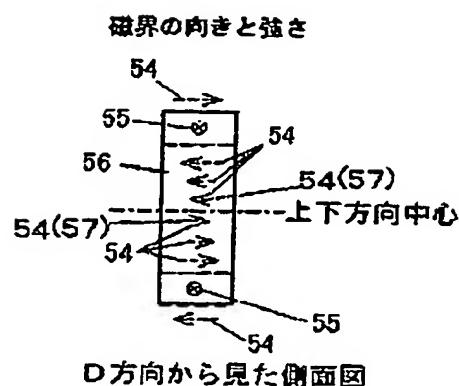
磁界の向きと強さ  
C方向より見た側面図

【図3】



交差型M-I素子のM-I特性

【図5 b】



## フロントページの続き

(72)発明者 風間 拓也  
東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 スタ  
ンレー電気株式会社内

(72)発明者 入戸野 公浩  
東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 スタ  
ンレー電気株式会社内  
F ターム(参考) 20017 AA01 AD51  
20025 AA05 AB01 AC02

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**